

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-338222

(P 2000-338222 A)

(43) 公開日 平成12年12月8日 (2000. 12. 8)

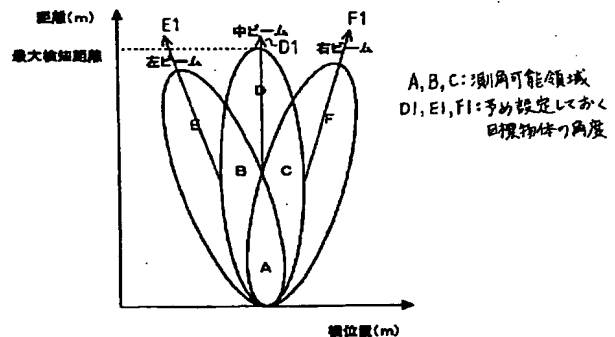
(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 S	7/02	G 0 1 S	A 5H180
	13/34		5J070
	13/50		B
	13/93	G 0 8 G	E
G 0 8 G	1/16	G 0 1 S	Z
審査請求 未請求 請求項の数 1 0		O L (全 9 頁)	
(21) 出願番号 特願平11-149321		(71) 出願人 000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号	
(22) 出願日 平成11年5月28日 (1999. 5. 28)		(72) 発明者 上原 直久 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱 電機株式会社内	
		(74) 代理人 100073759 弁理士 大岩 増雄	

(54) 【発明の名称】 レーダ装置

(57) 【要約】

【課題】 システムの最大検知距離や測角可能領域をレーダ装置本来の性能に近づける。

【解決手段】 受信電磁波を検波する受信手段の出力信号を、FFT変換する信号変換手段と、この信号変換手段で変換されたデータによるスペクトルから振幅レベルのピーク値を求める振幅ピーク値検出手段と、送信電磁波及び受信電磁波のビーム方向を変化させるビーム走査手段と、同一目標物体が、ビーム走査手段により方向が変えられた複数のビーム方向で検出できたときは、振幅ピーク値検出手段で求められたそれぞれの方向の振幅レベルのピーク値を用いて、該目標物体の角度を演算し、単一のビーム方向でしか検出できなかったときは、予め設定されている角度D1、E1、F1であると判定する測角処理手段とを設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信電磁波を出力する送信手段と、
上記送信電磁波が目標物体で反射されて戻ってきた受信電磁波を検波する受信手段と、
この受信手段の出力信号を、周波数とその振幅レベルとの関係で表され周波数スペクトルが分かるデータに変換する信号変換手段と、

この信号変換手段で変換されたデータによるスペクトルから振幅レベルのピーク値を求める振幅ピーク値検出手段と、

上記送信電磁波及び受信電磁波のビーム方向を変化させるビーム走査手段と、

このビーム走査手段により方向が変えられた複数のビーム方向で検出された同一目標物体の角度を、上記振幅ピーク値検出手段で求められたそれぞれの方向の振幅レベルのピーク値を用いて演算し、単一のビーム方向でのみ検出された目標物体の角度を、予め設定されている角度であると判定する測角処理手段とを備えたことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 2】 目標物体の角度が、検出されたビームの角度であると設定されていることを特徴とする請求項 1 記載のレーダ装置。

【請求項 3】 送信電磁波を出力する送信手段と、
上記送信電磁波が目標物体で反射されて戻ってきた受信電磁波を検波する受信手段と、
この受信手段の出力信号を、周波数とその振幅レベルとの関係で表され周波数スペクトルが分かるデータに変換する信号変換手段と、

この信号変換手段で変換されたデータによるスペクトルから振幅レベルのピーク値を求める振幅ピーク値検出手段と、

上記送信電磁波及び受信電磁波のビームを所定の角度で止めながら複数の方向を走査すると共に、ビームの止まる角度を所定の手順で変化させるビーム走査手段と、

このビーム走査手段により方向が変えられた複数のビーム方向で検出された同一目標物体の角度を、上記振幅ピーク値検出手段で求められたそれぞれの方向の振幅レベルのピーク値を用いて演算する測角処理手段とを備えたことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 4】 ビーム走査手段が、ビームの止まる角度を走査周期毎に変化させ、測角処理手段が、同一走査周期中の複数のビーム方向で得られた振幅レベルのピーク値を用いることを特徴とする請求項 3 記載のレーダ装置。

【請求項 5】 ビーム走査手段が、ビームの止まる角度を走査周期毎に変化させ、測角処理手段が、1 回目と 2 回目の走査周期による複数のビーム方向で得られた振幅レベルのピーク値を用いることを特徴とする請求項 3 記載のレーダ装置。

【請求項 6】 ビーム走査手段が、往復で一走査周期と

なるように走査することを請求項 3～請求項 5 のいずれか一項記載のレーダ装置。

【請求項 7】 送信手段が、周波数掃引された送信電磁波を出力し、ビーム走査手段が、ビームの止まる角度を上記周波数掃引毎に変化させ、測角処理手段が、隣り合うビーム方向で得られた振幅レベルのピーク値を用いることを特徴とする請求項 3 記載のレーダ装置。

【請求項 8】 ビーム走査手段が、ビームの止まる角度の変化量がビーム間角度の半分になるように走査することを特徴とする請求項 3～請求項 7 のいずれか一項記載のレーダ装置。

【請求項 9】 送信電磁波を出力する送信手段と、
上記送信電磁波が目標物体で反射されて戻ってきた受信電磁波を検波する受信手段と、

この受信手段の出力信号を、周波数とその振幅レベルとの関係で表され周波数スペクトルが分かるデータに変換する信号変換手段と、

この信号変換手段で変換されたデータによるスペクトルから振幅レベルのピーク値を求める振幅ピーク値検出手段と、

上記送信電磁波及び受信電磁波のビームを所定の角度で止めながら複数の方向を走査すると共に、ビームの止まる角度を順次僅かずつ変化させて走査領域全体を移動させるビーム走査手段と、

このビーム走査手段により方向が変えられた複数のビーム方向で検出された同一目標物体の角度を、上記振幅ピーク値検出手段で求められたそれぞれの方向の振幅レベルのピーク値を用いて演算し、単一のビーム方向でのみ検出された目標物体の角度を、振幅レベルのピーク値の変化から算出する測角処理手段とを備えたことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 10】 信号変換手段が、高速フーリエ変換を行うことを特徴とする請求項 1～請求項 9 のいずれか一項記載のレーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、自動車等の車両に搭載され例えば車間距離警報発生システムを構成するために用いられるレーダ装置に関し、特にシステムとしての最大検知距離、測角エリアを大きくできるレーダ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】この種のレーダ装置としては、送受共用アンテナを用いることで小型化し自動車への搭載性を向上させた FMCW レーダ装置が知られている。図 10 は従来の車載用レーダ装置の構成を示すブロック図である。図 10 において、1 は発振器、2 はパワーデバイダ、3 は送信アンプ、4 はサーキュレータである。5 は送受共用アンテナで、電磁放射器 5 1 と反射鏡 5 2 とで構成されている。6 は目標物体、7 は受信アンプ、8 は

ミキサ、9はフィルタ、10はAGCアンプ、11はA/D変換器、12は信号処理装置、13はアンテナスキャン用モータ、14はハンドル角センサである。

【0003】次に、このように構成された従来装置の動作を説明する。信号処理装置12は線形なFM変調用の電圧信号を出力する。そのFM変調用電圧信号により発振器1がFM変調された電磁波を発生する。その電磁波はパワーデバイダ2により2つに分けられ、一方はミキサ8に入力される。もう一方は送信アンプ3で増幅された後、サーキュレータ4を経由し、送受共用アンテナ5から空間に出力される。送受共用アンテナ5から空間に出力された電磁波は目標物体6で反射され、送信電磁波に対して遅延時間Tdをもって送受共用アンテナ5に入力される。さらに、目標物体6が相対速度を持つ場合受信電磁波は送信電磁波に対してドップラシフトfdをもって送受共用アンテナ5に入力される。送受共用アンテナ5で受信した電磁波は受信アンプ7で増幅された後、ミキサ8により発振器1の出力電磁波とミキシングされ、遅延時間Tdとドップラシフトfdとに対応したビート信号を出力する。得られたビート信号はフィルタ9を通過し、AGCアンプ10により増幅されてA/D変換器11に入力される。そのビート信号から信号処理装置12は目標物体6までの距離と相対速度とを算出する。

【0004】次に、距離と相対速度とを算出する方法を説明する。図11は従来の車載用レーダ装置によって距離と相対速度とを算出する方法の一例を示した説明図である。図11において、送信電磁波は周波数掃引帯域幅*

$$R = (T_m C / 4 B) \times (f_{bu} + f_{bd}) \quad \dots (1)$$

$$V = (\lambda / 4) \times (f_{bu} - f_{bd}) \quad \dots (2)$$

また、目標物体が複数存在する場合、周波数上昇時における送信信号と受信信号との複数の周波数差f_{bu}と、周波数降下時における送信信号と受信信号との複数の周波数差f_{bd}から同一物体のf_{bu}とf_{bd}とを選び、式(1)、式(2)から距離R及び相対速度Vを求める。

【0007】次に、受信強度Mから信号処理装置12が目標物体6の方向(角度)を演算する方法を述べる。従来方向を演算する方法として、例えば特公平7-20016号公報にモノパルス方式、シーケンシャルローピング方式、コニカルスキャン方式等の代表的な方式が開示されている。また、ここではシーケンシャルローピング方式について説明する。

【0008】その概要は下記の通りである。距離、相対※

$$S(\theta) = B1(\theta) + B2(\theta) \quad \dots (3)$$

$$D(\theta) = B1(\theta) - B2(\theta) \quad \dots (4)$$

次に、S(θ)で規格化した次式のDS(θ)を求め ★ ★。

$$DS(\theta) = D(\theta) / S(\theta) \quad \dots (5)$$

なお、S(θ)の半値幅θ_s内ではθに対してDS(θ)が単調増加、あるいは単調減少の関係になる。

*B、変調周期T_mでF_m変調されている。受信電磁波は送信電磁波が距離Rに存在する目標物体6で反射され送受共用アンテナ5に入力されるまでの遅延時間Tdを持っている。また、目標物体6が相対速度Vを持つとき受信電磁波は送信電磁波に対しfdだけドップラシフトする。このとき周波数上昇時における送信信号と受信信号との周波数差f_{bu}と、周波数降下時における送信信号と受信信号との周波数差f_{bd}がビート信号としてミキサ8により出力される。そのビート信号を、A/D変換器11を介して信号処理装置12にデータとして取り込み、FFT(高速フーリエ変換)処理することにより、f_{bu}、f_{bd}とその振幅レベルのピーク値を求める。なお、振幅レベルのピーク値は受信強度に相当する値で、以下、受信強度と記す。

【0005】f_{bu}、f_{bd}、受信強度Mの求め方の概要は以下のとおりである。FFT処理を行うと、横軸時間、縦軸各時間での振幅の信号が、横軸周波数、縦軸各周波数成分の振幅に変換できる。周波数f_{bu}、受信強度Mを求める場合、一般に振幅のレベルがピークになる点を探し出し、そのピークの振幅レベル値、周波数値を受信強度M、周波数f_{bu}とする。f_{bu}、f_{bd}の受信強度は一般的には同じでありMとなる。

【0006】上記f_{bu}、f_{bd}、T_m、Bと、光速C(=3.0×10⁸ m/s)、搬送波の波長λ(搬送波の基本周波数がf_o=77GHzならば、λ=4.0×10⁻³m)とにより目標物体6の距離R及び相対速度Vは、式(1)及び(2)により求められる。

※速度及び受信強度M1を所定の方向θ₁で測定した後、信号処理装置12はモータ13を動作させ送受共用アンテナ5を次の方向θ₂に移動させ、同様に距離、相対速度及び受信強度M2を測定する。これら複数方向の検出データにおいて同一の距離、相対速度のデータを選び出し、基本的に受信強度M1と受信強度M2の大小関係により測角することができる。なお、θは車両の正面方向を0°、車両の前方右斜め方向を正、車両の前方左斜め方向を負とする角度である。

【0009】具体的には、所定の2方向θ₁とθ₂におけるアンテナビームパターンB1(θ)とB2(θ)とから、和パターンS(θ)と差パターンD(θ)とを下式により求める。

【0010】次に、所定の2方向θ₁とθ₂の中心をθ_o、S(θ)の半値幅をθ_sとし、θ_sで規格化した角

度 θ_n 及び $\theta_n = 0$ 付近の $DS(\theta)$ の傾き k を次式で* * 求める。

$$\theta_n = (\theta - \theta_0) / \theta_s \quad \dots (6)$$

$$k = DS(\theta) / \theta_n \quad \dots (7)$$

また、受信強度 $M1$ と受信強度 $M2$ とから観測で得られ※ ※る DS を次式から求める。

$$DS = (M1 - M2) / (M1 + M2) \quad \dots (8)$$

よって、予め計算できる θ_s 、 k 、 θ_0 と観測で得られ★ ★た DS とから次式により θ を求めることができる。

$$\theta = (\theta_s / k) \cdot DS + \theta_0 \quad \dots (9)$$

【0011】上記により測定した目標物体までの距離と角度から先行車の相対位置が分かる。また、ハンドル角センサ14から道路の曲率が分かると自車が走行するレーンの位置が分かる（レーン幅は約3.5mと決まっている）。よって先行車が同一レーン上にあるかが分かる。このようにして、目標物体が自車両と同一レーン上を走行する先行車かどうか判定し、車間距離警報発生や安全車間距離を保つ追従走行等を行う。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来のレーダ装置では、上記の式(3)～(9)を用いて測角しているので、少なくとも2方向で同一ターゲットを検出していることが条件になる。従って、レーダ装置を例えば車間距離警報発生システムを構成するために用いた場合、測角できる最大検出距離や測角可能エリアがレーダ装置の本来の性能に対して低下するという問題があった。この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、同一目標物体が、ビーム走査手段により方向が変えられた複数のビーム方向で検出できたときは、振幅ピーク値検出手段で求められたそれぞれの方向の振幅レベルのピーク値を用いて、該目標物体の角度を演算し、単一のビーム方向でしか検出できなかったときは、予め設定されている角度であると判定する測角処理手段を設けることにより、システム上の最大検知距離や測角可能エリアをレーダ装置本来の性能から落とすことなく、高性能で安価で、車載用として好適なレーダ装置を得ることを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】この発明に係るレーダ装置は、送信電磁波を出力する送信手段と、送信電磁波が目標物体で反射されて戻ってきた受信電磁波を検波する受信手段と、この受信手段の出力信号を、周波数とその振幅レベルとの関係で表され周波数スペクトルが分かるデータに変換する信号変換手段と、この信号変換手段で変換されたデータによるスペクトルから振幅レベルのピーク値を求める振幅ピーク値検出手段と、送信電磁波及び受信電磁波のビーム方向を変化させるビーム走査手段と、このビーム走査手段により方向が変えられた複数のビーム方向で検出された同一目標物体の角度を、振幅ピーク値検出手段で求められたそれぞれの方向の振幅レベルのピーク値を用いて演算し、単一のビーム方向でのみ検出された目標物体の角度を、予め設定されている角度であると判定する測角処理手段とを備えたものである。

また、目標物体の角度が、検出されたビームの角度であると設定されているものである。

【0014】さらに、送信電磁波を出力する送信手段と、送信電磁波が目標物体で反射されて戻ってきた受信電磁波を検波する受信手段と、この受信手段の出力信号を、周波数とその振幅レベルとの関係で表され周波数スペクトルが分かるデータに変換する信号変換手段と、この信号変換手段で変換されたデータによるスペクトルから振幅レベルのピーク値を求める振幅ピーク値検出手段と、送信電磁波及び受信電磁波のビームを所定の角度で止めながら複数の方向を走査すると共に、ビームの止まる角度を所定の手順で変化させるビーム走査手段と、このビーム走査手段により方向が変えられた複数のビーム方向で検出された同一目標物体の角度を、振幅ピーク値検出手段で求められたそれぞれの方向の振幅レベルのピーク値を用いて演算する測角処理手段とを備えたものである。

【0015】また、ビーム走査手段が、ビームの止まる角度を走査周期毎に変化させ、測角処理手段が、同一走査周期中の複数のビーム方向で得られた振幅レベルのピーク値を用いるものである。さらに、ビーム走査手段が、ビームの止まる角度を走査周期毎に変化させ、測角処理手段が、1回目と2回目の走査周期による複数のビーム方向で得られた振幅レベルのピーク値を用いるものである。さらにまた、ビーム走査手段が、往復で一走査周期となるように走査するものである。また、送信手段が、周波数掃引された送信電磁波を出力し、ビーム走査手段が、ビームの止まる角度を周波数掃引毎に変化させ、測角処理手段が、隣り合うビーム方向で得られた振幅レベルのピーク値を用いるものである。さらに、ビーム走査手段が、ビームの止まる角度の変化量がビーム間角度の半分になるように走査するものである。

【0016】また、送信電磁波を出力する送信手段と、送信電磁波が目標物体で反射されて戻ってきた受信電磁波を検波する受信手段と、この受信手段の出力信号を、周波数とその振幅レベルとの関係で表され周波数スペクトルが分かるデータに変換する信号変換手段と、この信号変換手段で変換されたデータによるスペクトルから振幅レベルのピーク値を求める振幅ピーク値検出手段と、送信電磁波及び受信電磁波のビームを所定の角度で止めながら複数の方向を走査すると共に、ビームの止まる角度を順次僅かずつ変化させて走査領域全体を移動させるビーム走査手段と、このビーム走査手段により方向が変

えられた複数のビーム方向で検出された同一目標物の角度を、上記振幅ピーク値検出手段で求められたそれぞれの方向の振幅レベルのピーク値を用いて演算し、単一のビーム方向でのみ検出された目標物の角度を、振幅レベルのピーク値の変化から算出する測角処理手段とを備えたものである。さらに、信号変換手段が、高速フーリエ変換を行うものである。

【0017】

【発明の実施の形態】実施の形態1. この発明の実施の形態1を説明する前に、一般的な測角動作を説明する。ここでは1スキャンのビーム数を3本として説明する。測距、測速度方法は従来例と同じである。図10において、アンテナスキャン用モータ13は反射鏡52を所定の3方向の角度で止めるように制御される。このように構成されたレーダ装置のビームパターンは図1に示すように左方向に出力する左ビーム、真ん中方向に出力する中ビーム、右方向に出力する右ビームで構成される。ここで中ビームの最大ゲイン値においてこのレーダ装置の最大検知距離が決まるので、図1の利得値(dB)、角度値(°)を、図2のようにそれぞれ距離(m)、横位置(m)に変換することができる。図2において、左ビーム、中ビーム、右ビームすべて検出できる領域をA領域、左ビームと中ビームで検出されるA領域を除いた領域をB領域、中ビームと右ビームで検出されるA領域を除いた領域をC領域、左ビームでしか検出できない領域をE領域、中ビームでしか検出できない領域をD領域、右ビームでしか検出できない領域をF領域とする。

【0018】ここで、前述したように従来例の測角方式で測角するには少なくとも2方向で同一ターゲットを検出していることが条件になるので、上記領域E、領域D、領域Fのターゲットは測角できない。また、このようなレーダ装置は、例えば前方車両との車間距離が安全車間距離以下になり衝突の危険性が高まったとき警報を発することでドライバーに危険を知らせる車間距離警報発生や、安全車間距離を保つ追従走行を行うために用いられるため、前方のターゲットとの距離を検出すると共に、そのターゲットが自車両と同一レーン上を走行する先行車であることを判定するために、測角が必要である。従って、測角することは非常に重要な処理である。そこで、上記2つの視点からこのレーダ装置の例えば車間距離警報発生システムとしての最大検知距離は図2中の左ビームと中ビームの交点である点a及び中ビームと右ビームの交点である点bで示す距離となり、レーダの本来の性能上の最大検知距離より劣化してしまう。言い換えると、点a、点bより遠方のターゲットでも、その距離、相対速度は検出できるが、測角できない点から検知距離が制限される。また、逆に測角できるエリアは図2中の領域A、領域B、領域Cのみであるので、レーダ性能上の検出エリアより小さくなってしまふ。

【0019】そこで、上記問題点を解決するために、実

施の形態1では、図3に示すように領域Dで検出されたターゲットの方向は中ビームの中心方向とする。つまり、領域Dで検出されたターゲットの角度は、図3において中ビームに描かれた矢印D1のなす角度であるというデータを出力する。同様に領域Eで検出されたターゲットの方向は左ビームの中心方向とする。つまり、領域Eで検出されたターゲットの角度は、左ビームに描かれた矢印E1のなす角度であるというデータを出力する。領域Fで検出されたターゲットの方向は右ビームの中心方向とする。つまり、領域Fで検出されたターゲットの角度は、右ビームに描かれた矢印F1のなす角度であるというデータを出力する。なお、上記の各データは信号処理装置12によって出力され、領域A、B、Cの測角処理は従来例と同じである。

【0020】このようにすれば、領域D、E、Fに存在するターゲットの方向は正しく検出されないが、システムの最大検知距離がレーダ性能上の最大検知距離より劣化してしまうことはない。また、検出エリアに関してもレーダ性能上の検出エリアより小さくなってしまふという問題はなくなる。さらに、領域D、E、Fは比較的遠方に存在することにより、システム運用上問題になることも少ない。ここではビーム方向が所定3方向の場合について説明したが、ビームスキャン幅が固定の場合、ビーム数が増えるほど領域D、E、Fに相当する領域に存在するターゲットの方向は真値に近づく。また、実施の形態1では、アンテナは送受共用アンテナ5としているが、別体のアンテナであっても同様の効果を奏する。なおこの点は、以降の実施の形態でも同様である。

【0021】また、実施の形態1では、領域D、E、Fで検出されたターゲットの方向は、それぞれのビーム方向であるとしたが、ビーム方向がターゲットの存在確率の高い方向とは限らない。そこで、おそらく大半は直線路だから中ビームではビーム方向をターゲットの方向とする方がよいと考えられるが、左右ビームは距離に応じて角度を設定するか、ハンドル角センサ14やそれに代わる前方監視カメラやヨーレイトセンサ等の出力により角度を設定するか、学習するとかして、ターゲットの方向をシステム上最も存在確率の高い方向に設定することも可能である。

【0022】実施の形態2. 以下、この発明の実施の形態2を図4及び図5に基づいて説明する。図4はこの発明の実施の形態2を説明する説明図である。実施の形態2は、実施の形態1における問題点を解決するために、左、中、右の各ビームの方向を1スキャン毎に変えるようにしたものである。図4において、実線で示した部分は1スキャン目、破線で示した部分は2スキャン目である。図5は、実施の形態2における測角可能エリアを説明する説明図であり、図2で示した測角可能エリアA、B、Cに対応する部分を斜線部で示している。このように1スキャン目と2スキャン目のビーム方向が1スキャ

ン毎に変えられているので、2 スキャン分を足し合わせた測角可能エリアは一般的な方法の図 2 より面積が増えるのである。従って、1 スキャン目で測角できない例えば領域 D にあった目標物体も、その位置によっては 2 スキャン目で測角できることになる。従って、測角可能エリアが実運用上増すことになる。

【0023】以上のように実施の形態 2 によれば、測角可能エリアの面積を増やすことができる。但し、図 5 から分かるようにシステムの最大検知距離は一般的な方法の図 2 と殆ど変わらない。なお、1 スキャン目の左ビーム方向と中ビーム方向の中心方向に 2 スキャン目の左ビームが出力されるようにすると、つまり次の走査周期で前回ビーム間角度の中心を走査すると（以下、走査ステップをビーム間隔の半分にするという）、図 5 の斜線部で示した測角可能エリアを最も効率よく増すことが可能である。特に、ビームスキャンの方法を電子的に切り替える方法と機械的に走査する方法とを複合させる場合に有効である。また、実施の形態 2 では 2 スキャン分で測角可能エリアを増大させたが、スキャン数を増せばさらに効果的である。

【0024】実施の形態 3。以下、この発明の実施の形態 3 を図 6 に基づいて説明する。図 6 はこの発明の実施の形態 3 を説明する説明図である。実施の形態 2 と同様に、図 6 において、実線で示した部分は 1 スキャン目、破線で示した部分は 2 スキャン目であり、走査ステップをビーム間隔の半分としている。このように構成した場合の測角処理について説明する。1 スキャン目の左ビーム、中ビーム、右ビームを、それぞれ左 1 ビーム、中 1 ビーム、右 1 ビームとする。同様に 2 スキャン目の左ビーム、中ビーム、右ビームを、それぞれ左 2 ビーム、中 2 ビーム、右 2 ビームとする。そして、信号処理装置 12 は、1 スキャン目及び 2 スキャン目に各ビームで検出した受信強度を記憶しておき、それらのデータを左 1 ビームと左 2 ビームの組み合わせ、左 2 ビームと中 1 ビームの組み合わせ、中 1 ビームと中 2 ビームの組み合わせ、中 2 ビームと右 1 ビームの組み合わせ、右 1 ビームと右 2 ビームの組み合わせでそれぞれ測角演算する。このようにして、あたかも同時に 6 方向にスキャンしたように測角処理をする。

【0025】このような処理をした場合の測角エリアを図 6 の斜線部に示す。このようにすれば、図 6 の斜線部で示すように測角エリアの面積が増えると同時にシステムの最大検知距離もレーダ性能で示される最大検知距離に近づく。特に、ビームスキャンの方法を電子的に切り替える方法と機械的に走査する方法とを複合させる場合に有効である。また、実施の形態 3 では 2 スキャン分で測角可能エリアを増大させたが、スキャン数を増せばさらに効果的である。

【0026】実施の形態 4。以下、この発明の実施の形態 4 を図 7 に基づいて説明する。図 7 はこの発明の実施

の形態 4 を説明する説明図である。なお、左側は、3 本のビームを照射している図であり、各ビームの最初の方角を示している。右側は、それら 3 ビームを順次比較的小さなステップで全体を右方向にスキャンさせる動作を示した図で、各ビームが右方向にスキャンし終わった状態を示している。なお、その動作は、最初左図のように、左ビーム、中ビーム、右ビームの順でビームを発射し、次に各ビームの方向を僅かに右にずらして左ビーム、中ビーム、右ビームの順でビームを発射し、これを繰り返して最後は右図の状態になるものである。このように構成した場合、前述の複数方向で検出された同一ターゲットの受信強度により測角する方法により、領域 A、B、C を測定すると共に、領域 D、E、F に存在するターゲットは左から右へ 3 本のビームをスキャンさせる間に最大の受信強度を得ることができる。その最大の受信強度を得た地点でのスキャン方向からターゲットの方向を知ることができる。このようにすれば、領域 A～F までの全ての領域で測角が可能になる。特に、ビームスキャンの方法を電子的に切り替える方法と機械的に走査する方法とを複合させる場合に有効である。

【0027】実施の形態 5。以下、この発明の実施の形態 5 を図 8 に基づいて説明する。図 8 はこの発明の実施の形態 5 を説明する説明図である。図 8 の 1～6 はスキャンする順番を示している。モータの制御やカム機構等を利用した場合、左、中、右、左、中、右とスキャンさせると、右方向から左方向に戻す時間が比較的にかかり、測距、測角周期に影響を及ぼす。また、慣性力が急激に変化するため音や振動が発生し、結果的に測距、測角精度が低下する場合がある。図 8 に示すように、実線で示した 1 スキャン目と破線で示した 2 スキャン目で左、中、右、右、中、左とスキャンさせれば、測距、測角周期が短くなること、不要な振動が減ることにより測距、測角精度が向上する。

【0028】実施の形態 6。以下、この発明の実施の形態 6 を図 9 に基づいて説明する。図 9 はこの発明の実施の形態 6 を説明する説明図である。実施の形態 6 は、特に FM 変調を伴うレーダである FMCW レーダや FM パルスドップラレーダに適用すると有効である。図 9 において、実線で示した部分はアップ（周波数上昇）フェーズ時のビーム、破線で示した部分はダウン（周波数下降）フェーズ時のビームである。測距、測速度は左ビーム、中ビーム、右ビームそれぞれで行うが、それぞれのビームにおいてアップフェーズとダウンフェーズでのビーム方向を変え、それぞれを左アップビーム、左ダウンビーム、中アップビーム、中ダウンビーム、右アップビーム、右ダウンビームとする。信号処理装置 12 は、それら各ビームで検出した受信強度を記憶しておき、それらのデータをそれぞれ左アップビームと左ダウンビームの組み合わせ、左ダウンビームと中アップビームの組み合わせ、中アップビームと中ダウンビームの組み合わせ、中ダウンビームと右アップビームの組み合わせ、右アップビームと右ダウンビームの組み合わせでそれぞれ測角演算する。このようにして、あたかも同時に 6 方向にスキャンしたように測角処理をする。

せ、中ダウンビームと右アップビームの組み合わせ、右アップビームと右ダウンビームの組み合わせで、それぞれ測角する。このようにして、あたかも同時に6方向にスキャンしたように測角処理をするのである。

【0029】このようにすれば図9の斜線部に示すように、測角エリアの面積が増えると同時にシステムの最大検知距離もレーダ性能で示される最大検知距離に非常に近づく。また、1スキャン内に測角を終了するので、時間遅れを生じさせない。なお、実施の形態6では3方向で測角エリアを増大させたが、スキャン幅が同じであればビーム本数を増やすことによりさらに効果的に測角エリアを増すことができる。また、走査ステップをビーム間隔の半分とすると、図9の斜線部で示した測角可能エリアを最も効率よく増すことが可能である。

【0030】

【発明の効果】この発明は以上説明したとおり、送信電磁波を出力する送信手段と、送信電磁波が目標物体で反射されて戻ってきた受信電磁波を検波する受信手段と、この受信手段の出力信号を、周波数とその振幅レベルとの関係で表され周波数スペクトルが分かるデータに変換する信号変換手段と、この信号変換手段で変換されたデータによるスペクトルから振幅レベルのピーク値を求める振幅ピーク値検出手段と、送信電磁波及び受信電磁波のビーム方向を変化させるビーム走査手段と、このビーム走査手段により方向が変えられた複数のビーム方向で検出された同一目標物体の角度を、振幅ピーク値検出手段で求められたそれぞれの方向の振幅レベルのピーク値を用いて演算し、単一のビーム方向でのみ検出された目標物体の角度を、予め設定されている角度であると判定する測角処理手段とを備えたものであるから、特別な装置を付加することなく、測角エリアを増すことが可能であり、さらにシステムの最大検知距離を増大できる。

【0031】また、送信電磁波を出力する送信手段と、送信電磁波が目標物体で反射されて戻ってきた受信電磁波を検波する受信手段と、この受信手段の出力信号を、周波数とその振幅レベルとの関係で表され周波数スペクトルが分かるデータに変換する信号変換手段と、この信号変換手段で変換されたデータによるスペクトルから振幅レベルのピーク値を求める振幅ピーク値検出手段と、送信電磁波及び受信電磁波のビームを所定の角度で止めながら複数の方向を走査すると共に、ビームの止まる角度を所定の手順で変化させるビーム走査手段と、このビーム走査手段により方向が変えられた複数のビーム方向で検出された同一目標物体の角度を、振幅ピーク値検出手段で求められたそれぞれの方向の振幅レベルのピーク値を用いて演算する測角処理手段とを備えたものであるから、特別な装置を付加することなく、システムの最大検知距離を増大できると共に、さらに一層、測角エリアを増すことができる。

【0032】さらに、ビーム走査手段が、ビームの止ま

る角度を走査周期毎に変化させ、測角処理手段が、1回目と2回目の走査周期による複数のビーム方向で得られた振幅レベルのピーク値を用いるものであるから、さらに一層、システムの最大検知距離を増大できる。

【0033】また、ビーム走査手段が、往復で一走査周期となるように走査するものであるから、不要な振動が減ることにより、測角精度が向上する。

【0034】さらに、送信手段が、周波数掃引された送信電磁波を出力し、ビーム走査手段が、ビームの止まる角度を周波数掃引毎に変化させ、測角処理手段が、隣り合うビーム方向で得られた振幅レベルのピーク値を用いるものであるから、特別な装置を付加することなく、システムの最大検知距離をレーダ本来の性能に非常に近づけることができる。また、測角の時間遅れを小さくできるので、測角精度が向上する。

【0035】さらに、ビーム走査手段が、ビームの止まる角度の変化量がビーム間角度の半分になるように走査するものであるから、特別な装置を付加することなく、簡単に、且つ効率よく測角エリアを増すことができる。

【0036】また、送信電磁波を出力する送信手段と、送信電磁波が目標物体で反射されて戻ってきた受信電磁波を検波する受信手段と、この受信手段の出力信号を、周波数とその振幅レベルとの関係で表され周波数スペクトルが分かるデータに変換する信号変換手段と、この信号変換手段で変換されたデータによるスペクトルから振幅レベルのピーク値を求める振幅ピーク値検出手段と、送信電磁波及び受信電磁波のビームを所定の角度で止めながら複数の方向を走査すると共に、ビームの止まる角度を順次僅かずつ変化させて走査領域全体を移動させるビーム走査手段と、このビーム走査手段により方向が変えられた複数のビーム方向で検出された同一目標物体の角度を、上記振幅ピーク値検出手段で求められたそれぞれの方向の振幅レベルのピーク値を用いて演算し、単一のビーム方向でのみ検出された目標物体の角度を、振幅レベルのピーク値の変化から算出する測角処理手段とを備えたものであるから、特別な装置を付加することなく、測角エリアを一層増すことができると共に、システムの最大検知距離を増大できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 アンテナを3方向に向けた場合の各方向のビームパターンを角度と利得との関係で示した線図である。

【図2】 図1のビームパターンを横位置と距離との関係に変換して示した線図である。

【図3】 この発明の実施の形態1を説明する説明図である。

【図4】 この発明の実施の形態2を説明する説明図である。

【図5】 この発明の実施の形態2における測角可能エリアを説明する説明図である。

【図6】 この発明の実施の形態3を説明する説明図である。

【図7】 この発明の実施の形態4を説明する説明図である。

【図8】 この発明の実施の形態5を説明する説明図である。

【図9】 この発明の実施の形態6を説明する説明図である。

【図10】 従来の車載用レーダ装置の構成を示すブロック図である。

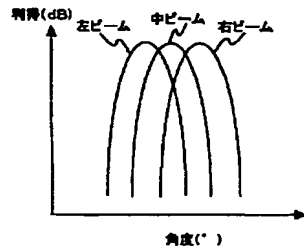
【図11】 従来のレーダ装置で距離、相対速度を算出する方法を説明する説明図である。

【符号の説明】

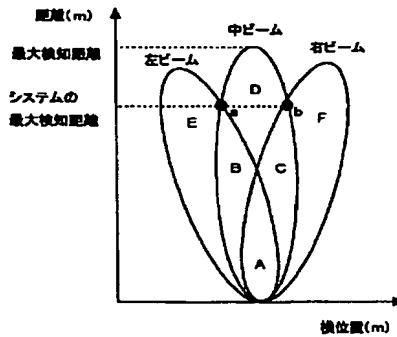
A, B, C 測角可能領域、

D1, E1, F1 予め設定しておく目標物体の角度。

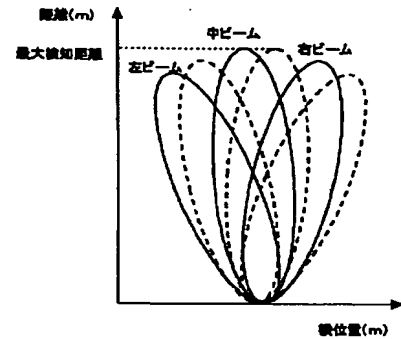
【図1】



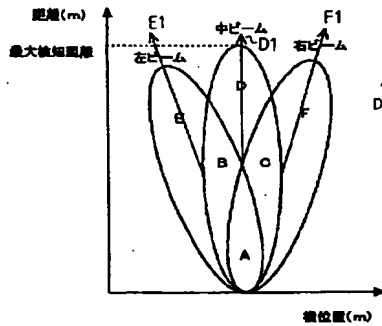
【図2】



【図4】

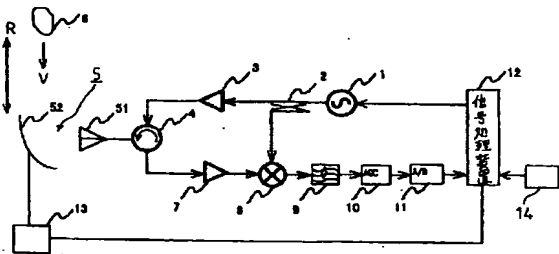


【図3】

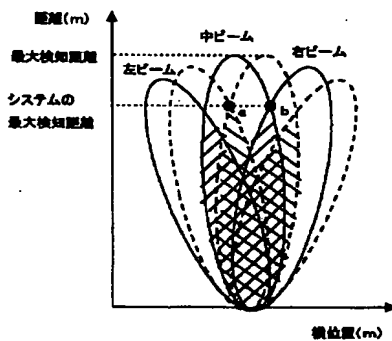


A, B, C: 測角可能領域
D1, E1, F1: 予め設定しておく
目標物体の角度

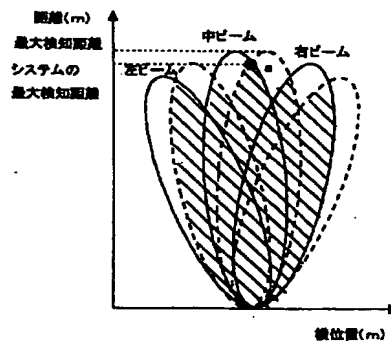
【図10】



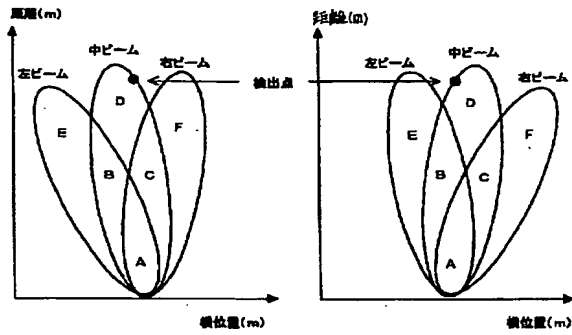
【図5】



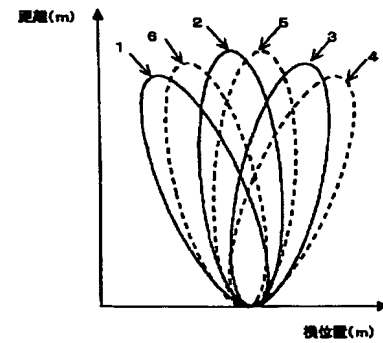
【図6】



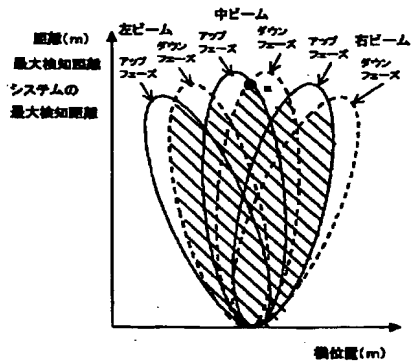
【図7】



【図8】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H180 AA01 CC14 LL01 LL04 LL06
 5J070 AB08 AB19 AC02 AC06 AC11
 AD01 AE01 AF03 AG01 AG07
 AG09 AH25 AH31 AH33 AH35
 AH39 AJ13 AK01 AK22 AK30
 AK33 BA01 BF02 BF04 BF10
 BF12 BF20